

НОВАЯ СХЕМА ЗАЩИТЫ АГРЕГАТОВ ОТ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ

И. Д. КУТЯВИН

Как известно, для защиты агрегатов от замыканий на землю Руководящие указания по релейной защите (том II, раздел А—2) рекомендуют применять максимальную токовую защиту нулевой последовательности.

Исследования инж. А. Б. Крикунчика¹⁾ и других авторов показали, что при нормальном режиме работы агрегата, а также при различных повреждениях за повышающим трансформатором (т. е. вне зоны защиты) через сопротивление, соединяющее нейтраль генератора с землей, протекают значительные ложные токи, состоящие преимущественно из токов высших гармоник. Ток основной гармоники не выходит за пределы 10—15%, а ток третьей гармоники составляет 80—100% от полного ложного тока.

Ток повреждения в зоне защиты будет состоять преимущественно из тока первой гармоники, поэтому задача уменьшения ложного тока может быть сведена к ограничению в нем токов высших гармоник.

В своей работе А. Б. Крикунчик предлагает два способа ограничения величины тока высших гармоник в ложном токе. Один способ заключается в заземлении нулевой точки генератора через реактор. При этом индуктивность реактора не должна оказаться в резонансе с емкостью цепи генераторного напряжения для какой-нибудь третьей гармоники, так как это может привести к обратному явлению, т. е. к увеличению тока этой гармоники.

Второй способ, рекомендуемый А. Б. Крикунчиком, состоит в применении частотного фильтра для питания токового реле защиты. Этот способ требует применения нестандартного трансформатора тока и громоздких конденсаторов.

Влияние токов высших гармоник на работу реле можно легко устранить, если для выполнения защиты использовать ваттметровое реле с внутренним сдвигом в 30°. Токовую обмотку реле необходимо приключать к нулевому трансформатору тока, а обмотку напряжения на любое линейное напряжение генератора согласно рис. 1а. Так как в линейном напряжении полностью отсутствуют третьи гармоники, а остальные содержатся в весьма незначительных размерах, то это реле не будет реагировать на токи высших гармоник, содержащиеся в ложном токе.

В случае замыкания на землю в зоне защиты основная гармоника тока повреждения вызовет на подвижной системе реле крутящий момент, пропорциональный мощности:

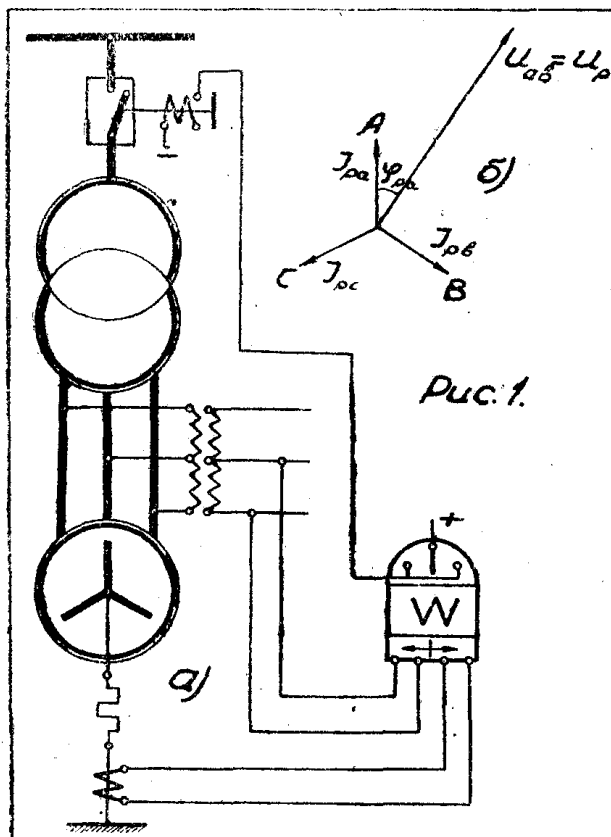
$$P = U_p I_p \cos(\varphi_p + 30^\circ).$$

Если к реле будет подведено напряжение U_{ac} (рис. 1б), то при повреждении изоляции фазы А мощность на реле будет положительна и

¹⁾ „Электрические станции“, 1940 г. № 10—11, 12.

равна $U_p I_p$, а если повреждение произойдет на фазе B или C , то мощность будет отрицательна и равна $-0.5 U_p I_p$.

Реле мощности необходимо снабдить двухсторонними контактами, как это показано на рис. 1, тогда защита будет работать при повреждении любой фазы, но будет иметь разную чувствительность: величина мертвой зоны на одной из фаз будет в два раза меньше, чем на двух других.



Переделка контактной системы реле, а также подбор добавочного сопротивления к обмотке напряжения реле для получения внутреннего сдвига в 30° можно выполнить в релейной лаборатории станции.

Пример. Мощность агрегата 100 мвт, напряжение генератора $U_H = 15.75$ кв, максимальный ток заземления $I_{зм} = 10$ а, коэффициент трансформации измерительных трансформаторов напряжения $n_H = 20000/100$, коэффициент трансформации нулевого трансформатора тока $n_T = 5/5$.

На основании опытов А. В. Крикунчика для агрегата 100 мвт с наглухо заземленной нейтралью трансформатора максимальный ложный ток первой гармоники 110 ма. Ток

тогания защиты можно принять 0.2а.

Мертвая зона защиты для фазы А:

$$\alpha_0 = \frac{I_{pT} n_T}{I_{зм}} 100 = \frac{0.2 \cdot 1}{10} 100 = 2\%.$$

То же для фаз В и С:

$$\alpha_0 = \frac{I_{pT} n_T}{0.5 I_{зм}} 100 = \frac{0.2 \cdot 1}{0.5 \cdot 10} 100 = 4\%.$$

Мощность тогания реле:

$$P_{pT} = U_{pm} I_{pT} = \frac{U_H}{n_H} I_{pT} = 0.2 \frac{15750}{200} = 15.75 \text{ вт.}$$

Для осуществления защиты можно применить реле ИМ-41.

Выводы. Предлагаемая схема защиты агрегатов от замыканий на землю не реагирует на токи высших гармоник, содержащиеся в ложном токе, поэтому допускает применение малых токов тогания, вследствие чего чувствительность защиты оказывается выше таковой для других схем.

По своей простоте схема уступает только максимальной токовой защите без частотного фильтра.